高压电能表发展进程与关键技术

张春晖 [1]　张震 [2]

（1. 国 网 山 东 省 电 力 公 司 ， 山东 济南 250001; 2. 华能济南黄台发电有限公司，山东 济南 250100）

摘　要：本文主要介绍了高压电能表的发展历程、关键技术、产业展望以及相关的项目研究。高压电能表以结构简化、安全可靠、整机考核为特征，一经问世就引起了电力部门和电表产业的关注。然而，由于高压计量标准溯源和发证的限制，高压电能表一直处于试用、改进阶段。随着国网智能电能表低价位集中招标的情况，引发了高端电表企业转变发展方式，高压电能表成为新科技计量产品开发的选题。2011 年以后，高压电能表从产品设计生产、计量溯源到电网应用方案已经配套完整，这是高压电能表发展史上的重要成果。在重庆电网的“传感器式高压电能表及其校验技术研究”项目鉴定会上，通过了省级科技成果评审的高压电能表成为计量产品，首次进入省级电网市场，用于电网经济技术指标考核的计量。高压电能表的计量溯源技术也是研究的重点，包括华中科技大学的高压电能计量装置整体误差校验台、淄博计保互感器研究所的高压电能整体检定装置和中国计量院等 5 家单位建立的高压（10KV）电能计量标准装置及现场校准装置等。对于高压电能表的关键技术与产业展望，未来需要解决产品规格的限定、结构设计多样化如何规范、高压电能计量与数据传输方案性能评估方法、高品质高压电能表产品标准与检定规程以及高压电能表电磁兼容性测试等问题。同时，也有必要进行精度、功能、智能化方面的深度开发，以满足智能电网建设的实用需求。

关键词：高压电能表

中图分类号：TM933.4

The development process and key technologies of high-voltage meters

ZHANG Chunhui[1]　ZHANG Zhen[2]

(1.State Grid Shandong Elect Power Co Ltd,Jinan , Shandong 250100 , China;2.Huaneng Jinan Huangtai Power Generation Co. , Ltd. , Jinan , shandong 250100 , China)

Abstract:This paper mainly introduces the development history, key technologies, industry prospects and related project research of high-voltage meters. The high-voltage meter is characterized by simplified structure, safety and reliability, and complete machine assessment, and has attracted the attention of the power sector and the meter industry as soon as it came out. However, due to the limitations of high-voltage metering standard traceability and certification, high-voltage meters have been in the trial and improvement stage. With the centralized bidding of the State Grid smart meter at a low price, it has triggered the transformation of high-end meter enterprises to change their development mode, and the high-voltage meter has become the topic of new technology metering product development. After 2011, the high-voltage meter has been complete from product design and production, measurement traceability to power grid application scheme, which is an important achievement in the development history of high-voltage meter. At the appraisal meeting of the project of "Sensor-type High-voltage Energy

Meter and Its Calibration Technology" of Chongqing Power Grid, the high-voltage meter that passed the provincial scientific and technological achievement review became a metering product and entered the provincial power grid market for the first time for the measurement of the assessment of economic and technical indicators of the power grid. The measurement and traceability technology of high-voltage meter is also the focus of research, including the overall error verification platform of high-voltage metering device of Huazhong University of Science and Technology, the overall verification device of high-voltage electric energy of Zibo Institute of Metering and Protection, and the high-voltage (10KV) measurement standard device and on-site calibration device established by five units including China Metrology Institute. For the key technology and industry prospect of high-voltage meter, it is necessary to solve the problems of product specification limitation, how to standardize the diversification of structural design, performance evaluation method of high-voltage metering and data transmission scheme, product standards and verification procedures of high-quality high-voltage meter, and electromagnetic compatibility test of high-voltage meter. At the same time, it is also necessary to carry out in-depth development of precision, function and intelligence to meet the practical needs of smart grid construction.

Key words: High voltage meters

0 引言

高压电能表以结构简化、安全可靠、整机考核为特征，一经问世就引起电力部门和电表产业的关注，但是，由于高压计量标准溯源和发证的限制，高压电能表一直处于试用、改进阶段。

国网智能电能表低价位集中招标的情况，引发与推进高端电表企业转变发展方式，高压电能表成为新科技计量产品开发的选题。

2011 年：

• 由重庆电科院和淄博计保互感器研究所联合申报的“传感器式高压电能表及其校验技术研究”项目，通过了重庆市科委组织的专家鉴定，并提供高压电能表运行数据。这为高压电能表今后拓展应用提供了商机，也为高压计量方式用于计费计量的改革铺路。

• 由中国计量院等 5 家单位合作开发建立的高压（10KV）电能计量标准装置及现场校准装置，成为建设国家能源计量体系的关键核心，填补国际空白。

• 武汉国测恒通公司公布高压（10KV）电能表防窃电应用方案，成为国内首个高压（10KV）电能表实用化专门测试系统（产品）。

至此，高压（10KV）电能表从产品设计生产、计量溯源到电网应用方案已经配套完整，这是高压电能表发展史上的重要成果。

本文将按中国高压电能表沿革史、重庆电网的传感器式高压电能表及其校验技术研究项目、高压电能

表计量溯源技术、高压电能表关键技术与产业展望 4 项专题进行叙述，配有相关的文稿，供研究高压电能表及计量溯源新技术的参考。

1、中国高压电能表沿革史

1）2003 年，清华大学《多功能电子式高压电能表》

2）2004 年，清华大学《新型高压电能表的研究》

3）2004 年，西安高研电器公司《电子式电流电压传感器》

4）2006 年，武汉国测公司《高压电能表的研制》

5）2007 年，淄博计保互感器研究所：传感器式高压电能表

6）2008 年，武汉国测公司《高压电能表的研制进展》

7）2009 年，清华大学《一种全数字化高压电能计量系统》

8）2010 年，浙江华彩公司 10Kv 直接接入式高压电能表

9）2010 年，西安高研电器公司：新型电子式电流电压传感器

10）2010 年，山东省地方计量检定规程《高压电能表 JJG（鲁）89-2010》颁发

11）2010 年，重庆电能计量中心《三相高压计量箱误差影响量探讨》

12）2010 年，张春晖复陈总（博士后）的信

13）2011 年，重庆电科院、淄博计保互感器研究所：《“传感器式高压电能表及其校验技术研究”项目技术报告》

14）2011 年，网上信息：中国计量院等 5 家单位合作开发建立高压（10KV）电能计量标准装置及现场校准装置。

5）2011 年，武汉国测恒通公司公布高压（10KV）电能表防窃电应用方案。

6）2012 年，武汉国测恒通公司公布高压（10KV）电能表配网线损应用方案。

2、重庆电网：“传感器式高压电能表及其校验技术研究”项目鉴定会

1）山东省地方计量检定规程《高压电能表 JJG（鲁）89-2010》

2）“传感器式高压电能表及其校验技术研究”项目工作/技术报告

3、高压电能表计量溯源技术

1）瞿清昌：《高压电能计量关键技术及其溯源的研究》

2）华中科技大学：《高压电能计量装置整体误差校验台》

3）淄博计保互感器研究所：《高压电能整体检定装置》

4）中国计量院等5家单位：建立高压（10KV）电能计量标准装置和现场校验装置

4、高压电能表关键技术与产业展望

1）高压电能表关键技术的讨论

·高压电能表产品规格的限定

·高压电能表计量溯源技术的不同看法

·高压电能表结构设计多样化如何规范？

·高压电能计量与数据传输方案性能评估方法

·高品质高压电能表产品标准与检定规程

·高压电能表电磁兼容性测试

·近几年高压电能表在电网中的应用前景

2）高压（10KV）电能表及计算系统新项目开发的建议

●项目背景

自2002年高压电能表科技文献公布以来，经历反复试点、改进和计量溯源技术的探索，高压电能表发展前景一直不明朗。

国网2011年工作会议提出：要加强售电市场分析预测，全面建设营销稽查监控系统，加大反窃电和节能降损力度。

2011年3月，由重庆市科委组织《传感器式高压电能表及其校验技术研究》项目鉴定会，通过了省级科技成果评审。这是高压电能表作为计量产品，首次进入省级电网市场，用于电网经济技术指标考核的计

量。

但是，上述通过鉴定的0.5S级传感器式高压电能表，其准确度偏低，功能单一，还不适应智能电网建设的实用需求，有待进行精度、功能、智能化方面的深度开发。

●开发目标与内容

项目（1）：智能型、自校准、高精度高压（10KV）电能表

目前，由于高压电能计量标准发证的限制，高压电能表主要用于杜绝窃电、明晰线损、校核互感器合成误差，作为专变计费电能表的副表或公变高压计量表，还是配电网智能节能量测技术。

- 高精度：0.2S级，包括0.05级10KV电子式电压、电流传感器和0.1S级三相多功能表。
- 防窃电：高压电能表二次回路与高压回路一体化。
- 传统多功能
- 计量新技术
  - 由谐波引起的低功率因数计算
  - Ih、Uh防窃电计量
  - 非正弦、全功率测量
  - I^2h、U^2h电能损耗计量
  - 电能质量监测
- 计算功能
  - 计费互感器合成误差计算
  - 计费电能表误差比对
  - 用户用电量响应特性测绘
- 高压表性能优化：具有自身数字化闭环控制单元
- 高压表自校准技术
- 配置有关功能的IED和智能组件

项目（2）：智能型高压（10KV）电能计量柜

• 智能型、自校准、高精度高压（10KV）电能表

• 无功/谐波/电压不对称/负荷不平衡的监测与优化控制模块（IED）

• 无功/谐波/电压不对称/负荷不平衡优化补偿产品

• 10KV 智能断路器及 IED 模块

• 配置相关功能的 IED 及智能组件。

●市场容量估计

目前，国网、南网估计拥有专变（高压户）230 万台，公变 180 万台。到 2015 年，随着节能减排要求的深入，按两网专变、公变总量的 1%，每台高压电能表价位按 2 万元计算，年销售约 8.2 亿元。

2009 年，中国计量院申报 110KV 及以下三相电能计量标准源项目，已经国家科技部立项批准，有望近 5 年内建起高压电能计量国家标准。由此，智能型、自校准、高精度高压（10KV）电能表作为新型高压计量方式用于电力计费，其前景可以预期。

3）产业展望：高压电能表技术（产品）深化开发项目

• 高压电能计量标准装置体系建设

• 高压（10KV）电能计量标准装置申请成为国家工作计量标准的技术考核

• 高压电能表技术（产品）系列

• 高品质高压电能表产品标准与检定规程

• 支持 IEEE1459-2000 标准的高压电能表

• 从长远看，高压电能表在电网节能、电能质量、贸易结算、宏观计量领域的应用

• 由高压电能表的应用引起电网电能计量与法制计量技术与管理体系变革的研究。

2012 年版

参 考 文 献

[1] 张春晖 张震 高压电能表发展进程与关键技术 2012 年 2 月 15 日

作者简介： 张春晖 男，（1938- ）， 从事电能计量技术研究。
通讯作者： 张震 男，（1977- ）， 从事电能计量技术研究 721047546@qq.com